Algorithmes et criminalistique

Christian FILLON

Directeur adjoint de l'Institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale

Résumé : L'utilisation d'algorithmes pour exploiter les traces criminalistiques constitue une avancée importante pour les experts crimilalistes et apporte une aide aux enquêtes avec une plus grande précision et rapidité d'exploitation. De nombreux développements restent à venir.

Mots-clés : bases de données, traces criminalistiques, algorithmes

1 Introduction

La criminalistique peut se définir comme étant la science qui rassemble l'ensemble des sciences pour parvenir à l'exploitation des indices matériels que l'on qualifie de traces. Elle fait appel à toutes les autres sciences. Ainsi, on y trouve la biologie moléculaire, la chimie, la physique, la toxicologie, l'odontologie, la géologie, l'informatique, etc.

Un des grands principes fondamentaux qui régit la criminalistique est le principe de Locard qui s'énonce de la manière suivante : « Nul ne peut agir avec l'intensité que suppose l'action criminelle sans laisser les traces de son passage…. Inversement l'auteur emporte avec lui les traces multiples de son passage ». Cet énoncé nous vient du Pr Edmond Locard (1877-1966), médecin légiste, professeur de médecine légale, il fonde à Lyon, en 1910, le premier laboratoire de police scientifique au monde. Il est généralement considéré comme l'un des fondateurs de la criminalistique en France. Il a été un des précurseurs dans la mise en oeuvre des domaines de la criminalistique et a collaboré avec un autre précurseur, Rudolphe Archibald Reiss (1875 – 1929) fondateur de l'école des sciences criminelles de Lausanne. Un autre précurseur, en la personne d'Alphonse Bertillon a pour sa part beaucoup travaillé en mettant en œuvre un système anthropométrique, en constituant un inventaire de mesures anthropométriques collectées pour chaque individu qui était arrêté. L'objectif était de permettre et de

faciliter l'identification des récidivistes qui étaient nombreux à l'époque. Ce système faisait référence au début du 20ème siècle.

Ainsi, pour le criminaliste, il s'agit de prélever l'ensemble des traces laissées par l'auteur d'un crime ou d'un délit sur les lieux de son méfait. Réciproquement, sur les vêtements de l'auteur et dans les endroits où il a pu séjourner, il est possible de retrouver des traces provenant du lieu où il a commis son acte criminel. Il sera alors aisé de les prélever et de les exploiter. Ainsi, le principal travail du criminaliste est de prélever, de procéder aux analyses et ensuite d'effectuer des comparaisons entre les différents résultats obtenus, dans le but d'aboutir à l'identification de la présence de l'auteur sur les lieux des faits, voire d'apporter des informations quant à son implication dans l'action criminelle.

Si par le passé, on constituait des collections de références avec des supports physiques, ces dernières décennies ont été très facilitatrices pour l'ensemble des domaines de la criminalistique avec la possibilité de constituer des bases de données informatiques avec l'utilisation d'algorithmes spécifiques permettant de faciliter le travail de recherche et de comparaison, ne laissant aux criminalistes et aux enquêteurs qu'un travail limité de validation de la comparaison, initié par des logiciels.

Toutefois, il convient de préciser que prononcer l'identification de la trace ne conduit pas immédiatement à déterminer la culpabilité de la personne incriminée. En effet, ce sont d'autres éléments de l'enquête, qui ensuite viennent déterminer si les éléments circonstanciés sont bien en rapport avec l'action criminelle ou si la présence de la trace peut être antérieure ou postérieure à l'action criminelle ou délictuelle.

2 Les constatations sur scène d'infraction - Modélisation numérique

Dès l'annonce de la découverte d'une scène d'infraction, il est important pour les forces de l'ordre de se transporter sur place et de procéder à un gel des lieux, d'en interdire l'accès, pour faire en sorte que l'état de la scène au moment de la découverte ne soit pas modifié par des personnes non autorisées. Cette disposition est essentielle pour éviter toute disparition ou toute altération des traces laissées par l'auteur. En outre, dès l'arrivée des criminalistes, cela permet de procéder à des prises de vues, voire d'effectuer des vidéos ou encore procéder à une modélisation, pour permettre une remise en situation, pour le cas où une reconstitution pourrait avoir lieu. Même si la photographie reste une bon moyen de figer la scène pour permettre d'en avoir une parfaite et référente illustration, la modélisation à l'aide d'un scanner – laser, qui peut y être associée, se révèle être un nouveau et excellent procédé pour figer la scène et surtout permettre d'obtenir le positionnement de la totalité des objets présents avec une précision de l'ordre du millimètre. Cela conduit à obtenir un fichier avec les coordonnées de milliers de points qui nécessitera un traitement informatique lourd avec de nombreux algorithmes pour arriver finalement à aboutir à une « animation » dans laquelle il est possible d'évoluer ou de se « mouvoir » numériquement. Cette modélisation terminée, cela offre à l'ensemble des intervenants présents sur la scène, la possibilité de pouvoir modifier la position des objets présents puisque déjà enregistrée et sauvegardée. Cela est d'autant plus important, que s'il s'agit d'une scène très étendue, comme dans le cas d'un accident de la circulation ou encore pour une scène

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928

d'attentat où l'ensemble des débris sont dispersés et tous potentiellement utiles à l'enquête ou encore dans une maison avec de nombreux objets dispersés dans les pièces, il est possible d'en retrouver la position et en faciliter l'exploitation. La maîtrise des algorithmes spécifiques est un atout qui facilite la bonne compréhension des événements concernés par les faits à l'origine de l'intervention. Cela n'est devenu possible que par l'utilisation d'algorithmes performants qui sont capables d'exploiter une très grande quantité de données nécessitant des grandes capacités de calcul. Cependant, cela demande également des connaissances plus pointues de la part des techniciens et criminalistes qui doivent parfaitement maîtriser ces technologies avancées.

3 Gestion des scellés et pièces de justice

Lors de l'intervention sur une scène d'infraction voire sur une scène de crime, il s'agit de procéder à la collecte de traces qui seront mises « sous main de justice ». En droit français, cela s'appelle « mettre sous scellés » c'est à dire, mis sous conditionnement particulier, pour éviter toute contamination, toute action extérieure ou pollution extérieure.

Pour être complet, ce prélèvement conditionné est ensuite accompagné d'un carton de scellés où figure l'ensemble des renseignements relatifs à la trace mais aussi aux références de la procédure (numéro, date de découverte, nature des faits, identité de la victime et l'identité de l'enquêteur). Tous ces éléments conduisent à assurer la traçabilité des opérations qui sont effectuées sur le prélèvement, ainsi conditionné et référencé, suivant les directives du magistrat qui travaille en étroite collaboration avec les enquêteurs. Désormais, en utilisant des algorithmes spécifiques, il est possible de renseigner l'ensemble de ces données afin de permettre notamment une géolocalisation du lieu de prélèvement et d'assurer ainsi une meilleure traçabilité. C'est également très utile pour les laboratoires, destinataires des différents prélèvements pour analyse, de faire en sorte de toujours connaître l'endroit où se trouve le prélèvement, son état, s'il est en cours d'analyse et si un rapport d'analyse le concernant a été émis. Enfin, cette traçabilité est essentielle car l'ensemble de « ces pièces », qui font l'objet d'un suivi très minutieux, doivent être transmises aux magistrats pour être présentées lors du procès. La mise en commun via une base de données, avec un accès partagé à ceux qui ont à en connaître, assure une diffusion de l'information et un meilleur suivi évitant toute contestation pouvant être à l'origine de contestations émises par les avocats lors du procès.

4 Utilisation de bases de données - Exemples d'utilisation des algorithmes

Les principales traces connues permettant l'identification d'un individu sont les empreintes digitales et l'ADN (empreinte génétique des individus laissée par contact ou par projection de fluides biologiques, tel que salive, sang, sperme). Ainsi, rapidement, il est devenu intéressant de constituer un fichier informatique pour conserver et sauvegarder les traces collectées pour ensuite faciliter le travail de comparaison des enquêteurs et des criminalistes et effectuer des rapprochements. Comme il a été décrit précédemment, cela constitue un bel exemple de la mise en œuvre de l'outil

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928

informatique avec la mise en œuvre d'algorithmes spécifiques, qui profitent largement à l'élucidation des enquêtes. Par ce moyen, les investigations ne reposent plus exclusivement sur les témoignages d'éventuels témoins, dont la fiabilité et la qualité restent parfois hasardeuses, mais utilisent désormais les moyens scientifiques incontestables qui apportent leur contribution pour résoudre les enquêtes.

Ainsi, cela concerne principalement les empreintes digitales et l'empreinte génétique découverte plus récemment. L'ensemble de ces traces ont permis de constituer des fichiers importants dont les accès sont encadrés légalement puisque rassemblant des données à caractère personnel. D'ailleurs, il en est de même pour l'ensemble des fichiers constitués de données à caractère personnel qui sont soumis à déclaration et font l'objet de contrôles rigoureux.

4.1 Empreintes digitales

Les empreintes digitales que l'on peut laisser sur différents supports sont composées d'acides aminés avec en plus le « dessin » composé de points particuliers appelés minuties, qui est unique et individuel, y compris pour les frères jumeaux puisqu'il se forme dès les premiers mois de grossesse dans le ventre de la mère et est propre à chaque individu. La révélation de ces traces sur différents supports s'opère de manière diverse, d'abord optiquement puis éventuellement en faisant usage de procédés chimiques pour permettre de mieux déterminer la présence de ces empreintes digitales sur ces supports. Par des moyens optiques et désormais numériques, il est également possible de procéder à des traitements d'images en utilisant des algorithmes qui constitueront un processus de traitement reproductible évitant toute contestation et garantissant qu'aucune « manipulation » n'a été faite. (NB : la photo « argentique » ne permettait aucune manipulation et garantissait une plus grande fiabilité de l'image).

Ainsi, dès la révélation de la trace puis de sa collecte, sans autre élément de comparaison, la trace révélée et prélevée est comparée aux traces déjà présentes dans le fichier automatisé des empreintes digitales (FAED). Le FAED contient des traces inconnues mais aussi des empreintes digitales des auteurs qui ont déjà été condamnés et rassemble plusieurs millions de données correspondant à des empreintes digitales. Si le résultat de la comparaison est positif, cela conduit à l'identification d'une personne dont les empreintes sont déjà connues et présentes ou alors permet de faire un rapprochement avec des faits ayant déjà permis de collecter ces mêmes empreintes digitales et qui sont encore inconnues.

Il est important de souligner que l'interrogation du fichier par des algorithmes fournit un résultat qui est toujours confirmé et validé par des experts pour éviter que la comparaison ne repose pas uniquement sur la réponse donnée par « la machine ».

4.2 Empreinte génétique

Depuis 1984, avec la découverte par Sir Alec John Jeffreys de l'ADN et de l'empreinte génétique, de nombreuses et considérables avancées scientifiques ont pu être faites dans le domaine de la criminalistique. En effet, cette découverte vient compléter les moyens déjà mis en œuvre avec les empreintes digitales, en permettant d'identifier des auteurs par les contacts laissant du tissu biologique ou encore par la présence de

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928

fluides biologiques divers. En outre, elles peuvent avoir diverses applications comme les tests de paternité ou encore permettre l'identification de restes humains à partir de la découverte d'ossements.

Par ailleurs, comme pour les empreintes digitales, l'empreinte génétique ou profil génétique est réputée spécifique à chaque individu. Ainsi, tout comme pour les empreintes digitales, sur la scène d'infraction, lors des constatations, les criminalistes effectuent des prélèvements, avec un matériel spécifique, aux endroits où il suppose pourvoir trouver la présence de petite quantité de ces traces biologiques (bulbe de cheveux, sang, salive, sécrétion vaginale, sperme). Ils sont ensuite analysés et permettent d'obtenir un profil génétique. Là encore, avec un procédé identique à celui mis en œuvre pour les empreintes digitales, il est possible de transmettre ce résultat au Fichier national automatisé des empreintes génétiques (FNAEG). Cela constitue ainsi une base de données avec des millions de profils génétiques qui pourra faire l'objet d'interrogations pour permettre des identifications voire des rapprochements de manière analogue au processus présenté pour les empreintes digitales et le FAED.

Devant le nombre croissant de sollicitations pour des analyses, il a fallu automatiser les chaînes de traitement pour obtenir des profils génétiques plus rapidement. L'utilisation d'algorithmes spécifiques a permis cet accroissement en utilisant des automates et en limitant l'intervention humaine tout au long du processus analytique. En outre, cela évite et limite au maximum toute pollution liée à l'intervention humaine. Ce traitement de masse est comparable aux chaînes de production de l'industrie qui utilisent des automates commandés par ordinateur.

Même si la mise en œuvre de nombreux algorithmes favorise le traitement de la comparaison, la validation est toujours opérée par un expert pour éviter tout artéfact mais aussi pour contrôler et apprécier s'il n'est pas nécessaire de procéder à une analyse complémentaire pour rehausser le signal et permettre d'obtenir un meilleur résultat moins sujet à discussion. Ainsi, le gain apporté par les algorithmes de comparaison et de traitement est absolument considérable et permet d'accroître le temps de réponse grâce à une automatisation poussée à son maximum.

Tout comme pour le FAED, l'ensemble du processus est encadré légalement pour être en conformité avec les aspects légaux et aussi tous les aspects d'éthique scientifique. Les experts qui travaillent dans ce domaine sont agréés par une commission sous l'égide du ministère de la justice et sont bien sûr aussi inscrits sur listes d'experts près de cours d'appel.

Parallèlement aux empreintes digitales, il s'agit de bien garder à l'esprit que l'identification d'un profil conduisant à l'identité d'une personne ne conduit pas immédiatement à la désigner comme auteur. En effet, il appartient aux enquêteurs de rapprocher les résultats obtenus des éléments circonstanciés liés à l'action criminelle. C'est d'autant plus vrai dans le cas de l'ADN, qu'il existe des risques de contamination importants par contact ou par projection, ce qui explique la nécessité pour les intervenants sur les lieux de porter des équipements de protection pour éviter toute contamination.

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928

5 Exemple d'applications

5.1 L'identification de victimes de catastrophes - gestion de crise

Dans de nombreux domaines d'activité, il est habituel de qualifier de crise, un événement inhabituel de grande ampleur ou complexe qui nécessite la mise en œuvre de moyens particuliers. Dans ces cas, pour faire face à ces situations, des protocoles et des procédures sont élaborés. C'est ce qui est appelé la gestion de crise où de nombreux intervenants de domaines différents sont amenés à se coordonner.

Il est une crise importante qui concerne l'activité criminalistique et qui revêt une importance capitale, c'est celle de l'identification de personnes. Lors d'une catastrophe de masse, tel un crash aérien, un tremblement de terre, une explosion accidentelle ou un attentat ou tout autre événement qui génère de nombreuses victimes avec des dommages corporels empêchant toute identification, il est nécessaire de mettre en œuvre des procédures particulières pour parvenir à l'identification formelle des victimes.

Il s'agit donc d'avoir recours aux trois éléments primaires permettant d'identifier les victimes : les empreintes digitales, l'odontologie et l'empreinte génétique avec l'ADN qui permettent de manière indépendante d'identifier une personne avec certitude. Deux parties sont à prendre en compte, la partie *ante mortem* (AM) et la partie *post mortem* (PM). Le volet AM consiste à collecter les informations concernant la personne de son vivant, les soins dentaires dont il a pu bénéficier, les soins médicaux qui lui ont été prodigués, mais aussi les parents dont on pourra prélever un échantillon d'ADN et enfin tout ce qui concerne les documents d'identité qui ont nécessité pour leur établissement de la prise d'empreintes digitales. Parfois, il peut être nécessaire d'avoir recours à la saisie d'objets tels que la brosse à dents ou encore le rasoir pour augmenter le matériel génétique disponible et favoriser les comparaisons. Le volet (PM) consiste pour sa part, à collecter les informations sur les victimes elles-mêmes sur le site ou lors de l'examen du corps par les médecins légistes. Ainsi, on s'attache à la prise d'empreintes digitales lorsque cela est encore possible, à prélever un échantillon d'ADN dans la moelle épinière et à rechercher tout élément de type fracture, opérations chirurgicales, présence de prothèse, etc.

L'ensemble des éléments collectés sera ensuite comparé aux éléments collectés en AM et ainsi, il sera possible d'établir avec certitude l'identité de la personne décédée et ainsi être en mesure de rendre la dépouille de la victime à sa famille. L'ensemble des données sont codifiées sous un protocole Interpol international, connu et utilisé dans le monde entier. Ainsi, pour des catastrophes concernant de nombreuses victimes, avec un nombre supérieur à 10, des algorithmes spécifiques sont utilisés. Ces derniers permettent de faire des comparaisons entre les éléments primaires PM et AM et des propositions de rapprochements. C'est lors de la commission d'identification, en présence des différents experts et du représentant du ministère de la justice, que la concordance des éléments PM et AM est proposée et vérifiée et qu'à l'issue, l'identification formelle peut être prononcée avant que la dépouille soit rendue à la famille. Il en va de même pour les éléments secondaires comme les bijoux, les tatouages et autres éléments tels que les effets personnels, etc. Cet ensemble de processus doit être

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928

effectué avec rapidité car les analyses sont parfois longues et il est souhaitable que ces procédures s'effectuent rapidement pour pouvoir rendre les corps aux familles, qui sont en attente pour commencer le travail de deuil qui accompagne nécessairement toute disparition de proches.

Il est évident que cette mission est plus facile à accomplir si la liste des personnes portées disparues est une liste finie mais s'il s'agit d'une liste ouverte avec un nombre inconnu de personnes disparues, alors le logiciel utilisé conservera les éléments et on pourra être amené à l'utiliser lors de découvertes ultérieures d'ossements ou de tout autre élément.

5.2 Autres fichiers de données : traces balistiques, traces d'outils, traces de semelles, fibres, pièces de véhicules, etc.

Comme il a été mentionné précédemment, la criminalistique, par certains aspects, peut se limiter à constituer des collections de référence par domaine et par activité sous la forme de bases de données afin de permettre des rapprochements par comparaison. Dans le cas de bases de données avec un volume important d'éléments, l'aide d'algorithmes spécifiques est essentielle et permet de faciliter les travaux et d'en augmenter la précision. De nombreux fichiers sont ainsi constitués par les caractéristiques de traces telles que les traces d'outils, les traces de semelles, les collections de fibres, les collections d'optiques de phares automobiles, les caractéristiques de projectiles balistiques, etc. qui constituent un moyen de comparer les traces ou objets collectés in situ lors des constatations avec les caractéristiques des éléments déjà présents dans ces fichiers ainsi construits dont la liste n'est pas exhaustive. En utilisant des algorithmes spécifiques, il est facile d'effectuer rapidement des comparaisons qui vont permettre d'établir des rapprochements utiles pour les enquêteurs et qu'ils pourront utiliser pour faire progresser leurs enquêtes. La constitution et la gestion de ces collections ou fichiers nécessitent un travail important rendu plus aisé en utilisant les capacités sans cesse accrues des algorithmes.

5.3 Comparaison d'images, reconnaissance faciale, comparaison de voix

Dans d'autres domaines avec des traces « immatérielles », ce sont les caractéristiques des traces telles que la voix, l'image des visages qui constituent ces éléments de référence. Ainsi, des bases de données sont constituées avec des échantillons de voix collectées au sein de la population, afin de permettre des catégorisations et d'identifier des critères de comparaison qui seront utiles lors de l'exploitation d'une voix inconnue transmise pour exploitation. Il en va de même pour la comparaison de visages où il s'agit d'utiliser des algorithmes pour identifier les critères particuliers présents sur les visages des individus qui serviront ensuite pour effectuer de la reconnaissance faciale et de la comparaison de visage à partir de photos ou de vidéos. Dans ces domaines, l'utilisation d'algorithmes est indispensable et apporte une aide précieuse notamment pour appliquer les critères pertinents. De nombreux travaux de recherche sont d'ailleurs en cours pour perfectionner les traitements et devraient conduire à des évolutions futures intéressantes.

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928

6 Conclusion

Les exemples d'applications des algorithmes dans le domaine particulier de la criminalistique sont nombreux et présentent un grand intérêt et de nombreux avantages. Leur utilisation est quotidienne dans l'exploitation des traces pour de nombreuses activités. Ils représentent des outils importants et accroissent les capacités de traitement et favorisent l'obtention rapide des résultats pour mieux satisfaire les attentes des enquêteurs et des magistrats pour lesquels un résultat transmis rapidement peut permettre de faire aboutir une enquête plus facilement. En effet, l'enquête est souvent une course contre la montre et l'identification des auteurs est souvent conditionnée à ces impératifs de temps. Plus largement, les algorithmes contribuent indirectement à participer de près ou de loin à la sécurité des concitoyens en apportant une aide précieuse aux criminalistes et aux enquêteurs ainsi qu'aux magistrats en leur fournissant un moyen d'être plus efficaces et plus performants. Ils permettent également d'accroître la précision des analyses et la capacité d'effectuer les rapprochements plus nombreux et plus pointus.

Par ailleurs, dans le cadre des évolutions actuelles avec le développement de l'intelligence artificielle encore appelée intelligence augmentée, de nombreuses applications devraient pouvoir apporter des évolutions intéressantes dans l'exploitation des bases de données des traces criminalistiques et laissent entrevoir des progrès importants dans un futur proche.

Published in : DELTORN, Jean-Marc ; PICHENOT, Evelyne (dir.), *Algorithmes et Société*, Editions des archives contemporaines, ISBN : 9782813003928, doi : 10.17184/eac.9782813003928